

審査の結果の要旨

論文題目 「Revealing a large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) using magnetotelluric observations: Implications to the volcanic activity」
(電磁法探査で見いだされたフィリピン・タール火山直下の巨大な熱水だまり：
火山活動との密接な関係について)

学位申請者 Alanis Paul Karson Belmonte

本論文は、「Revealing a large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) using magnetotelluric observations: Implications to the volcanic activity」と題し、フィリピンのタール火山の3次元電気伝導度構造を magnetotelluric 法 (MT 法、地磁気・地電位法) で決定し火口湖直下の巨大な熱水だまりを発見するとともに、タール火山の噴火史の解釈に新たな考察を与える事に成功した。なお論文は本文7章と付録により構成されている。第1章では過去のタール火山における地球物理学的な研究の歴史、本研究の目的等を記載。第2章では、タール火山の地質およびテクトニクスについて概説ののち、タール火山の噴火の歴史について従来からの知見をまとめた。第3章では、本研究の背景となっている電磁気学的な構造探査の数学的原理を含め詳細な手法の説明が行われている。第4章では、今回採用した電気伝導度構造モデルについて説明が行われ、第5章では、求められた電気伝導度構造を利用して、地学的な解釈を試みている。第6章では今回得られた構造により、過去の噴火の歴史の変遷がどのように説明できるか検討しており、従来4つの噴火サイクルとされていたものは、2つの大きなサイクルと考えたほうが合理的である事を結論づけている。第7章では本論文のまとめと将来展望について記載を行なっている。

以下論文の内容を詳しく述べる。タール火山はフィリピン共和国において最も活動的な火山のひとつとされ、首都マニラから約60km南のルソン島内に位置している。記録の残る過去500年ほどの間に、タール火山はこのカルデラ湖の中央にある Volcano 島の主火口および山腹での噴火を繰り返してきた。具体的には1572年以降、33回の噴火が記録されており、特に1911年の噴火では当時のほとんどの島民である約1300名が死亡した。国際火山学地球内部化学協会 (IAVCEI) はタール火山を“Decade Volcano” (10年に一度は噴火する火山) と1995年に分類した。

アラニス氏は2011年から2013年にかけて延べ40日間にわたり Volcano 島において MT 法による比抵抗構造探査や地質調査を実施した。彼はまず Volcano 島の2次元比抵抗断面をインバージョンによって求め、その成果を元に島の下部の3次元比抵抗構造をフォワードモデリングによって決定することに成功した。その結果、Volcano 島の地下1kmから4kmの深さにL字型をした約13 km³の体積を占める周囲に比べてやや高比抵抗(つまり電気を流しにくい)の領域が存在することを発見した。アラニス氏はこれが熱水だまりと考え、さらなる議論を進めている。また地表からすぐ下には10 Ωm以下の極めて低比抵抗のキャップロックと考えられる粘土層が存在している事も確認した。

さらに主火口の湖水の化学分析から、熱水はタール湖からの天水、そして近接する南シナ海から浸透した海水に、熱水だまりの下方に存在すると推定されるマグマから分離した揮発性物質が混合したものと推定された。

今回の MT 法探査で同定された山体の直下に位置する巨大な熱水だまりの存在が、以下に述べる特徴的なター

ル火山の噴火の歴史(たとえば山頂噴火と山腹噴火の繰り返しや 100 年を超える噴火活動の休止期間など)を支配する大きな要因と考えた。

つまり揮発性物質を放出したマグマは噴火能力を失って地下深部に留まる。換言すれば熱水だまりとその下方に停滞するマグマというのが、タール火山の基本的な構造と考えた。停滞しているマグマの塊は新たなマグマの上昇を妨げる働きをするので、これがタール火山において山頂での噴火が続いた後で、山腹での噴火の時期が続く理由と考えた。しかしマグマが熱水だまりに侵入できた場合には、熱水の急激な膨張により爆発的噴火(マグマ熱水だまり噴火: magmatic-hydrothermal eruptions)を引き起こすと考えた。実際 1911 年の大噴火はそのような事例であったと解釈された。

1977 年の最後の山腹噴火から既に 36 年を経過しており、本研究で明らかにされたように、山頂直下には巨大な熱水だまりが発達している事が確認された。現在は山腹噴火から山頂噴火に移行する過渡期であると考えており、次に山頂噴火が起こるとすれば 1911 年のようなマグマ熱水だまり噴火となる可能性が高く、現在の島の人口が 8000 名を超えている状況では十分な防災対応が求められる。

以上、本論文は電磁気学的な手法により、地震学的な手法だけでは同定しづらい浅部の巨大熱水だまりの存在を示し、それを元にタール火山の噴火史に新たな解釈を加えたものと判断された。なお本論文は英語で書かれており、文法や表現も的確であることを審査員一同確認し、提出された論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。さらに公聴会でもすべての質問に的確に回答した。また公聴会評価シート(評価基準ルーブリック)による評価を集計したところ、すべての要素で A ないし B を獲得していたことを付記する。

以上の事から、申請者ポール・アラニス氏は東海大学博士(理学)の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	理学博士	長尾 年恭	海洋研究所教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	工学博士	岡田 喜裕	海洋学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士(工学)	長 幸平	情報理工学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士(理学)	中島 孝	情報理工学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士(理学)	熊谷 博之	名古屋大学理学部教授	